

УДК 547.38 + 547.74

СИНТЕЗ ПІРОЛЬНИХ АНАЛОГІВ ХАЛКОНУ НА ОСНОВІ 4-АЦЕТИЛ-3,5-ДИМЕТИЛ-1Н-ПІРОЛ-2-КАРБОНОВОЇ КИСЛОТИ ТА ЇЇ ЕТИЛОВОГО ЕСТЕРУ І ДОСЛІДЖЕННЯ ЇХ АКТИВНОСТІ ЯК СТИМУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН

О.С.Билина, О.Й.Міхедькіна, О.В.Бібик*, В.Г.Діндорого*, Л.А.Луценко**, Д.Т.Кожич**

Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”
61002, м. Харків, вул. Фрунзе, 21. E-mail: olga-ntu-hpi@yandex.ru

* Інститут рослинництва ім. В.Юр’єва

** Білоруський державний аграрний технічний університет

Ключові слова: пірольні аналоги халкону; регулятори росту рослин

Синтезовано ряд нових пірольних аналогів халкону з карбокси- та етоксикарбонільними групами в пірольному циклі. При дослідженні впливу водних та спиртових розчинів цих сполук на насіння ячменю виявлено їх високу ефективність як стимуляторів росту рослин.

THE SYNTHESIS OF PYRROLIC ANALOGUES OF CHALCONE ON THE BASIS OF 4-ACETYL-3,5-DIMETHYL-1H-PYRROLE-2-CARBOXYLIC ACID AND ITS ETHYL ESTER AND INVESTIGATION OF THEIR ACTIVITY AS PLANTS GROWTH STIMULATORS

O.S.Bylina, O.I.Mikhedkina, O.V.Bibik, V.G.Dindorogo, L.A.Lutsenko, D.T.Kozhich

A number of new pyrrolic analogues of chalcone containing carboxy- and ethoxycarbonyl groups in the pyrrol ring have been synthesized. When investigating the effect of aqueous and alcoholic solutions of these compounds on barley seed their high efficiency as plants growth stimulators has been revealed.

СИНТЕЗ ПИРОЛЬНЫХ АНАЛОГОВ ХАЛКОНА НА ОСНОВЕ 4-АЦЕТИЛ-3,5-ДИМЕТИЛ-1Н-ПИРОЛ-2-КАРБОНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ ЭТИЛОВОГО ЭФИРА И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ АКТИВНОСТИ КАК СТИМУЛЯТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ

О.С.Былина, Е.И.Михедькина, Е.В.Бибик, В.Г.Диндорого, Л.А.Луценко, Д.Т.Кожич

Синтезирован ряд новых пиррольных аналогов халкона с карбокси- и этоксикарбонильными группами в пиррольном цикле. При исследовании влияния водных и спиртовых растворов этих соединений на семена ячменя выявлена их высокая эффективность в качестве стимуляторов роста растений.

Пошук нових екологічно безпечних препаратів постійно проводиться з метою підвищення продуктивності сільськогосподарських культур та покращення показників якості продукції харчового, фармацевтичного, промислового і енергетичного призначення. Серед них регулятори росту рослин — природні або синтетичні сполуки, які використовують для передпосівної обробки насіння чи для обробки надземних органів рослин у період вегетації з метою керування процесом росту і розвитку, поліпшення якості продукції та підвищення урожайності [1]. При цьому препарати природного походження є безпечнішими, а синтетичні — дешевшими. Тому актуальною є задача пошуку хімічних регуляторів та стимуляторів росту рослин, які б при низькій токсичності ефективно впливали на розвиток сільськогосподарських культур.

Халкони та їх аналоги є зручними синтонами у синтезі різноманітних гетероциклічних сполук, багато з яких відомі як біологічно активні. Багато

з них і самі виявляють широкий спектр біологічної активності [2-5]. Так, серед подібних сполук здебільшого знайдені антибактеріальні препарати [6-7]. Знаходять вони також застосування і в агрохімії [8]. Сполуки з таким фармакофором як пірольний цикл теж виявляють різні пестицидні властивості [9].

З огляду на це доцільно було одержати ряд нових пірольних аналогів халкону й здійснити дослідження їхнього впливу на розвиток певних видів рослин.

Синтез сполук **2-10** здійснювали конденсацією етил 3,5-диметил-4-ацетил-2-карбоксилату **1** з ароматичними альдегідами в присутності водного розчину гідроксиду натрію (схема 1, табл. 1).

Індивідуальність отриманих сполук **2-10** підтверджували методом ТШХ, а будову — методами ІЧ, ЯМР ¹Н спектроскопії та мас-спектрометрії (табл. 1, 2). У спектрах ЯМР ¹Н є сигнали двох метинових протонів у вигляді двох дублетів в

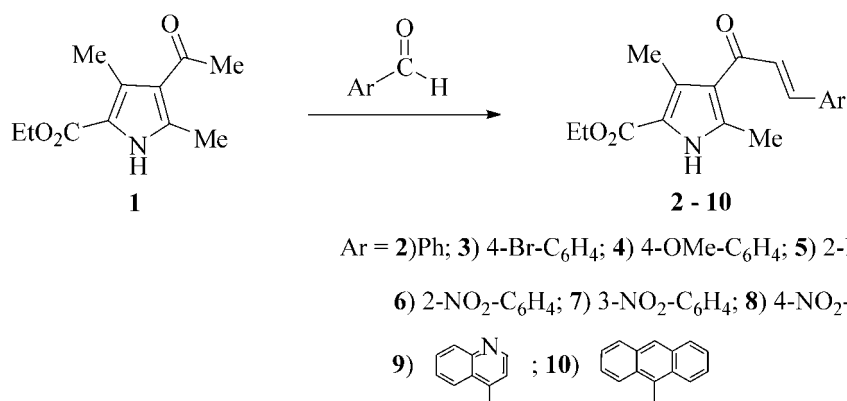


Схема 1

області 7,17-7,62 м.д. і 7,45-8,42 м.д. з КССВ 15,8 Гц, що дає підставу стверджувати транс-будову цих сполук [10]. Окрім зазначених сигналів у спектрах фіксуються сигнали всіх протонів пірольного та ароматичного фрагментів. В ІЧ-спектрах усіх сполук присутні смуги валентних коливань ефірної карбонільної групи в області 1656-1680 см⁻¹ та коливань спряженої кетонної групи 1640-1648 см⁻¹ і смуга С=С-зв'язку 1584-1608 см⁻¹. У мас-спектрах зареєстровані відповідні молекулярні іони.

Отримані сполуки **2-10** — кристалічні речовини, добре розчинні в етанолі і в ряді інших органічних розчинників, але практично нерозчинні у воді. Нами проведені попередні лабораторні дослідження, в яких насіння ячменю обробляли спиртовими розчинами різних концентрацій сполук **2-10** і визначали схожість насіння і біометричні характеристики пагонів. За результатами попередніх досліджень було виявлено, що найбільш перспективними серед отриманих сполук у якості стимуляторів росту рослин є сполуки **2** і **3**. Аналіз можливих видів біологічної активності, спрогно-

зованих за допомогою програми PASS, показав, що сполуки **2-10** є досить безпечними для навколишнього середовища [11].

Як відомо, фізіологічна активність препаратів агрохімічного призначення залежить не тільки від їхньої природи та специфіки оброблюваних сортів рослин, але й значною мірою від обраного розчинника. Для того щоб виключити негативний вплив спирту на рослини, доцільно було одержати водорозчинні природні сполуки, подібні до сполук **2-10**. Такими сполуками можуть бути халкони **12-14**, що містять у пірольному циклі карбоксильну групу.

Як виявилось, халкони **2-10** при гідролізі в лужному середовищі руйнуються, тому синтез їх аналогів з кислотною групою в пірольному циклі було здійснено конденсацією ацетилпіролкарбоненової кислоти **11** з відповідними ароматичними альдегідами в умовах, аналогічних умовам при одержанні сполук **2-10** (схема 2, табл. 1).

Будову сполук **12-14** доведено тими ж методами, що й у випадку **2-10** (табл. 2). Так, в ІЧ-спект-

Таблиця 1

Виходи, температури плавлення, дані елементного аналізу та мас-спектрів сполук 2-10, 12-14

Сполука	Вихід, %	Т.пл., °С	Знайдено, % / Вирахувано, %			Формула	m/z (Івідн., %)
			С	Н	Н		
2	82	166	72,81 / 72,71	6,52 / 6,44	4,74 / 4,71	C ₁₈ H ₁₉ NO ₃	297 (100)
3	78	217-218	57,57 / 57,46	4,88 / 4,82	3,77 / 3,72	C ₁₈ H ₁₈ BrNO ₃	377 (74) ⁸¹ Br, 375 (72) ⁷⁹ Br
4	73	172-173	69,79 / 69,71	6,56 / 6,47	4,33 / 4,28	C ₁₉ H ₂₁ NO ₄	327 (100)
5	82	182-183	57,56 / 57,46	4,90 / 4,82	3,76 / 3,72	C ₁₈ H ₁₈ BrNO ₃	377 (89) ⁸¹ Br, 375 (91) ⁷⁹ Br
6	40	197-198	63,24 / 63,15	5,41 / 5,30	8,27 / 8,18	C ₁₈ H ₁₈ N ₂ O ₅	342 (11)
7	74	207-208	63,10 / 63,15	5,40 / 5,30	8,25 / 8,18	C ₁₈ H ₁₈ N ₂ O ₅	342 (81)
8	85	264	63,27 / 63,15	5,37 / 5,30	8,16 / 8,18	C ₁₈ H ₁₈ N ₂ O ₅	342 (100)
9	68	200-201	72,55 / 72,40	5,86 / 5,79	8,08 / 8,04	C ₂₁ H ₂₀ N ₂ O ₃	348 (100)
10	70	198	78,48 / 78,57	5,92 / 5,83	3,59 / 3,52	C ₂₆ H ₂₃ NO ₃	397 (48)
12	76	224	71,47 / 71,36	5,56 / 5,61	5,17 / 5,20	C ₁₆ H ₁₅ NO ₃	269 (100)
13	86	192	55,41 / 55,19	4,09 / 4,05	4,11 / 4,02	C ₁₆ H ₁₄ BrNO ₃	349 (52) ⁸¹ Br, 347 (55) ⁷⁹ Br
14	78	76	68,30 / 68,21	5,74 / 5,72	4,73 / 4,68	C ₁₇ H ₁₇ NO ₄	299 (100)

Таблиця 2

ІЧ- та ЯМР ^1H -спектри сполук 2-10, 12-14

Сполука	ІЧ-спектр, cm^{-1}			Спектр ЯМР ^1H (ДМСО- d_6), δ , м. д.
	NH	C=O	C=C	
2	3280	1656, 1640	1592	1,30 т (3H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 2,45 с (3H, 3- CH_3), 2,47 с (3H, 5- CH_3), 4,26 к (2H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 7,32 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,48 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,40-7,80 м (5H, C_6H_5), 11,88 с (1H, NH)
3	3288	1656, 1640	1592	1,30 т (3H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 2,44 с (3H, 3- CH_3), 2,47 с (3H, 5- CH_3), 4,26 к (2H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 7,34 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,46 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,57-7,77 м (4H, C_6H_4), 11,89 с (1H, NH)
4	3288	1656, 1640	1608	1,30 т (3H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 2,42 с (3H, 3- CH_3), 2,46 с (3H, 5- CH_3), 3,80 с (3H, OCH_3), 4,25 к (2H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 7,17 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,45 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 6,94-7,77 м (4H, C_6H_4), 11,84 с (1H, NH)
5	3264	1672, 1640	1592	1,31 т (3H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 2,47 с (3H, 3- CH_3), 2,50 с (3H, 5- CH_3), 4,27 к (2H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 7,38 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,75 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,31-8,06 м (4H, C_6H_4), 11,94 с (1H, NH)
6	3288	1680, 1648	1592	1,30 т (3H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 2,46 с (3H, 3- CH_3), 2,48 с (3H, 5- CH_3), 4,25 к (2H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 7,34 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,72 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,61-8,12 м (4H, C_6H_4), 11,93 с (1H, NH)
7	3288	1680, 1648	1600	1,31 т (3H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 2,46 с (3H, 3- CH_3), 2,49 с (3H, 5- CH_3), 4,26 к (2H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 7,50 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,60 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,67-8,62 м (4H, C_6H_4), 11,93 с (1H, NH)
8	3288	1672, 1648	1600	1,30 т (3H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 2,45 с (3H, 3- CH_3), 2,48 с (3H, 5- CH_3), 4,26 к (2H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 7,49 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,57 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,98-8,30 м (4H, C_6H_4), 11,90 с (1H, NH)
9	3272	1664, 1648	1592	1,32 т (3H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 2,52 с (3H, 3- CH_3), 2,55 с (3H, 5- CH_3), 4,28 к (2H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 7,62 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 8,23 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,67-9,03 м (6H, хінолін), 11,95 с (1H, NH)
10	3304	1680, 1648	1584	1,28 т (3H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 2,47 с (3H, 3- CH_3), 2,52 с (3H, 5- CH_3), 4,24 к (2H, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$, J 7,1 Гц), 7,20 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 8,42 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,48-8,73 м (11H, антрацен), 11,94 с (1H, NH)
12	3312	1696, 1664	1592	2,44 с (3H, 3- CH_3), 2,47 с (3H, 5- CH_3), 7,33 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,48 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,39-7,79 м (5H, C_6H_5), 11,80 с (1H, NH), 12,48 с (1H, COOH)
13	3256	1696, 1664	1616	2,43 с (3H, 3- CH_3), 2,46 с (3H, 5- CH_3), 7,34 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,45 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,58-7,92 м (4H, C_6H_4), 11,81 с (1H, NH), 12,72 с (1H, COOH)
14	3288	1696, 1664	1592	2,42 с (3H, 3- CH_3), 2,46 с (3H, 5- CH_3), 7,18 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 7,45 д (1H, $-\text{CH}=\text{J}$ 15,8 Гц), 6,94-7,76 м (4H, C_6H_4), 11,78 с (1H, NH), 12,47 с (1H, COOH)

рах цих сполук спостерігається смуга валентних коливань кислотної карбонільної групи в більш високочастотній області 1696 cm^{-1} і уширена смуга асоційованої гідроксильної групи в області $2800\text{--}3100\text{ cm}^{-1}$. У ЯМР ^1H спектрах відсутні сигнали протонів етильних груп, але з'являються синглетні сигнали протонів карбоксильних груп в області 12,42-12,72 м.д. У мас-спектрах також зареєстровані відповідні молекулярні іони.

Кислоти **12-14** — кристалічні речовини, що мають добру розчинність в органічних розчинниках, але недостатню у воді для подальших біологічних досліджень. Тому для дослідів використовували натрієві солі цих сполук, які при обговоренні результатів дослідження для зручності будемо зазначати як сполуки **12-14**. Розчини готували взаємодією еквімолярних кількостей відповідних кислот та NaOH у водному середовищі.

Фізіологічну активність розчинів різних концентрацій сполук **12-14** визначали за ступенем їх

впливу на енергію проростання та лабораторну схожість насіння, масу проростків, їх довжину та масу коренів у різних сортів ярого ячменю згідно з ДСТУ 4138-2002. Насіння різної життєздатності обробляли розчинами сполук **12-14** в діапазоні кількості діючої речовини від N/256 до 8N, де N — теоретично обчислена оптимальна доза, що складає 0,48 г сполуки на 1 кг насіння, розчинених у 12 мл води. Насіння пророщували в ростильнях у термостатах при фіксованій температурі в тричотирикратній повторюваності. Енергію проростання визначали на третій день, схожість та біометричні заміри — на десятій день дослідів. Статистичну обробку отриманих результатів проводили методом дисперсійного аналізу [12].

За результатами проведених лабораторних дослідів достовірно виявлено фізіологічну активність названих сполук, яка залежить як від природи самої сполуки, так і від специфіки сортів та вихідної життєздатності насіння. Так, на кон-

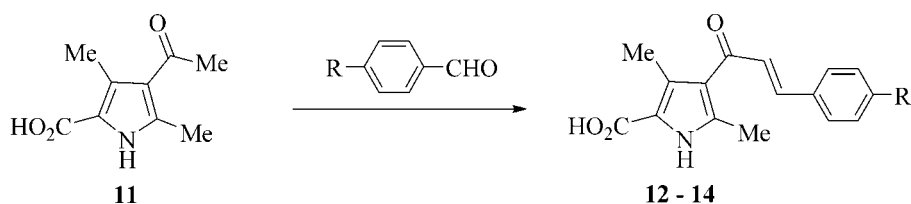


Схема 2

Таблиця 3

Фізіологічна активність водних розчинів натрієвих солей сполук 12-14

Сполука	Умовна концентрація	Енергія проростання, %	У т.ч. % до контролю	Схожість, %	У т.ч. % до контролю	Середня довжина проростків, мм	У т.ч. % до контролю	Маса 100 рослин					
								загальна, г	в т.ч. % до контролю	зелених проростків, г	в т.ч. % до контролю	коренів, г	в т.ч. % до контролю
Контроль - вода		71	100,0	73	100,0	87	100,0	39,6	100,0	16,1	100,0	23,5	100,0
12	2N	73	102,8	75	102,7	95	109,9	49,1*	124,1	19,3*	119,9	29,8*	126,9
	N/2	73	102,8	75	102,7	104*	119,8	49,5*	125,1	19,7*	122,6	29,8*	126,8
	N/8	71	99,1	75	101,8	100*	115,3	46,7*	117,9	18,5*	115,2	28,2*	119,8
	N/32	77*	108,4	77	105,5	96	111,0	45,4	114,7	18,2*	113,2	27,2	115,7
	N/128	69	97,2	69	94,5	89	102,9	42,4	107,3	17,1	106,5	25,3	107,9
13	2N	71	100,0	72	98,2	99*	114,1	50,3*	127,1	18,6*	115,7	31,7*	134,8
	N/2	69	96,3	71	96,4	91	105,7	48,4*	122,2	18,4*	114,4	30,0*	127,6
	N/8	77*	108,4	81*	110,9	102*	117,4	47,1*	119,1	18,2*	113,3	28,9*	123,0
	N/32	67	93,5	69	93,6	97*	112,5	45,8*	115,6	18,5*	114,9	27,3	116,0
	N/128	76	106,5	76	103,6	102*	118,2	46,3*	116,8	18,7*	116,0	27,6	117,4
14	2N	71	100,0	73	100,0	96	111,5	48,3*	122,0	17,5	108,8	30,8*	131,1
	N/2	77*	108,4	79	108,2	104*	120,2	49,7*	125,5	18,8*	116,6	30,9*	131,7
	N/8	71	100,0	75	101,8	101*	116,5	47,7*	120,6	18,1*	112,7	29,6*	126,0
	N/32	83*	116,8	83*	113,6	105*	121,3	45,1	113,8	19,6*	121,6	25,5	108,5
	N/128	81*	114,0	83*	113,6	106*	122,0	46,0*	116,2	19,3*	119,9	26,7	113,7

* - достовірно на 5%-ному рівні значимості.

диційному насінні сортів “Фенікс” та “Джерело” була виявлена їх сортоспецифічна реакція на передпосівну обробку насіння розчинами речовини **12** в діапазоні концентрацій від N/256 до 8N. При цьому на насінні сорту “Фенікс” з вихідною схожістю 96% найбільш ефективно підвищувала всі показники, що вивчались, концентрація N на 5-20%, а концентрація 8N знижувала схожість насіння на 20%. На сорті “Джерело” з вихідною схожістю 92% більш ефективними виявились розбавлені концентрації N/8 та N/64, які підвищували схожість та масу зеленої частини рослини на 5-8%, а концентрація 8N взагалі не виявляла негативної дії. На застарілому насінні сорту “Фенікс” (вихідна схожість 84%) загальна маса рослин та довжина проростків найбільш підвищували у діапазоні концентрацій N/128 — N на 7-24%. Таким чином, на менш життєздатному насінні фізіологічний вплив речовини **12** був більш виражений. Порівняння ефективності речовин **12** і **13** в однакових концентраціях на кондиційному насінні сорту “Джерело” виявило значну перевагу речовини **13** за показниками енергії проростання, схожості та маси коренів.

У подальшому ми дослідили можливість відновлення життєздатності значно застарілого насіння ячменю колекційного зразка “IR 7019” з фондів Національного центру генетичних ресурсів рослин України (НЦГРРУ) з вихідною схожістю 73% під впливом дії сполук **12-14**. При цьому

звужили діапазон досліджуваних концентрацій речовин до оптимальних N/128 — 2N. Результати дослідження наведені в табл. 3.

Як видно з даних табл. 3, досліджувані речовини проявляли стимулюючий ефект майже в усіх варіантах досліду і за більшістю показників. Двофакторний дисперсійний аналіз отриманих результатів підтвердив достовірність впливу фактора концентрації на фізіологічний розвиток насіння, але не виявив суттєвої переваги будь-якої зі сполук **12-14**, тобто вони виявляли приблизно однаковий стимулюючий ефект на розвиток рослин. При цьому біометричні показники (довжина проростків, маса рослин, зелених проростків і коренів) підвищувались під впливом різних концентрацій всіх трьох сполук в більшій мірі, ніж енергія проростання і схожість. А за абсолютними показниками біометричних характеристик солі арилпропеноїлпіролкарбонових кислот **13** і **14**, що містять у фенільному радикалі атом бром та метокси-групу, відповідно, виявились ефективнішими, ніж незаміщена сполука **12**, яка обумовлює доцільність розширення синтезу сполук цього ряду та пошуку серед них активніших стимуляторів та регуляторів росту рослин.

Експериментальна частина

Спектри ЯМР ^1H зареєстровані на приладі “Varian Mercury VX-200” з робочою частотою 200 МГц для розчинів в DMSO-d₆, внутрішній стандарт —

TMS. ІЧ-спектри записані на приладі “Specord M-80” у таблетках КВг. Мас-спектри електронно-го удару зняті на приладі МХ-1321 з енергією іонізуючих електронів 70 еВ. Температура джерела іонів — 220°C. Перебіг реакцій контролювали методом ТШХ на пластинах Silufol UV-254, елюент CHCl_3 -EtOAc (7:3).

4-Ацетил-3,5-диметил-1Н-пірол-2-карбонова кислота **11** та її етиловий естер **1** одержані, як описано раніше [13, 14].

Етил 3,5-диметил-4-(3-арилакрилоїл)-1Н-пірол-2-карбоксилати (2-10) (табл. 1, 2). Суміш 0,05 Моль ацетилпіролу **1**, 0,05 Моль відповідного альдегіду, 0,07 Моль гідроксиду натрію, 20 мл етанолу, 3 мл води перемішують при кімнатній температурі протягом 24 год. Осад, що утворився, відфільтровують, промивають на фільтрі 30 мл води та перекристалізують з етанолу.

4-(3-Арилакрилоїл)-3,5-диметил-1Н-пірол-2-карбонові кислоти (12-14) (табл. 1, 2). Суміш 0,05 Моль ацетилпіролу **11**, 0,05 Моль відповідного альде-

гіду, 0,12 Моль гідроксиду натрію, 20 мл етанолу, 10 мл води перемішують при кімнатній температурі впродовж 48 год. Повільно нейтралізують оцтовою кислотою до появи осаду, який відфільтровують, промивають на фільтрі 30 мл води та перекристалізують з етанолу.

Висновки

1. Здійснено синтез нових карбокси- та етоксикарбонільних пірольних аналогів халкону.

2. Проведено дослідження стимулюючого впливу водних та спиртових розчинів цих халконів на енергію проростання, схожість та біометричні показники насіння ячменю сортів “Фенікс” та “Джерело” різної життєздатності. Виконана статистична обробка результатів дослідження.

3. Виявлено, що найбільш ефективними за впливом на показники біометричних характеристик є натрієві солі арилпропеніолпіролкарбонових кислот з метоксигрупою та бромом у фенільному ядрі.

Література

1. Анішин Л.А. // Пропозиція. — 2002. — №5. — С. 64-65.
2. Nielsen S.F., Boesen T., Larsen M. et al. // *Bioorg. Med. Chem.* — 2004. — №12. — P. 3047-3054.
3. Opletalova V., Hartl J., Patel A. et al. // *Il Farmaco.* — 2002. — №57. — P. 135-144.
4. Tae-Sook Jeong, Kyung Soon Kim, Ju-Ryoung Kim et al. // *Bioorg. Med. Chem. Lett.* — 2004. — №14. — P. 2719-2723.
5. Rani P., Srivastava V.K., Kumar A. // *Eur. J. Med. Chem.* — 2004. — Vol. 39. — P. 449-452.
6. Prasad Y.R., Kumar P.R., Smiles D.J. et al. // *ARKIVOC.* — 2008. — №11. — P. 266-276.
7. Chikhalia K.H., Patel M.J., Vashi D.B. // *ARKIVOC.* — 2008. — №13. — P. 189-197.
8. Pinto D.C.G.A., Silva A.M.S., Cavaleiro J.A.S. et al. // *Eur. J. Org. Chem.* — 2003. — P. 747-755.
9. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение. — М.: Химия, 1987. — 712 с.
10. Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР. — М.: Мир, 1984. — 478 с.
11. Computerized system PASS (Prediction of Activity Spectra for Substance) [Електронний ресурс]. — <http://www.ibmc.msk.ru/PASS>.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Агрпромиздат, 1985. — 351 с.
13. Shrouf D.P., Lightner D.A. // *Synthesis.* — 1990. — №11. — P. 1062-1065.
14. Фишер Г., Орм Г. Химия пиррола / Пер. с нем. Ред. И.С.Иоффе. — Ленинград: ОНТИ-ХИМТЕОРЕТ, 1937. — 494 с.

Надійшла до редакції 15.04.2010 р.